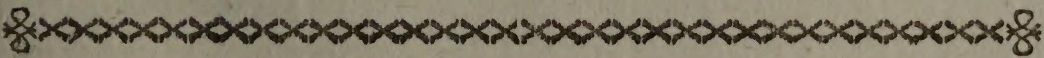


TENTAMEN PHYSICUM,

INAUGURALE,

DE

EVAPORATIONE.



TENTAMEN PHYSICUM, INAUGURALE, QUÆDAM DE EVAPORATIONE COMPLECTENS.

QUOD,
ANNUENTE SUMMO NUMINE,
Ex Auctoritate Reverendi admodum Viri,
D. GULIELMI ROBERTSON, S.S.T.P.
ACADEMIÆ EDINBURGENÆ Praefecti;
NECNON
Amplissimi SENATUS ACADEMICI consensu,
Et nobilissimae FACULTATIS MEDICÆ decreto,
PRO GRADU DOCTORALI,
SUMMISQUE IN MEDICINA HONORIBUS AC PRIVILEGIIS
RITE ET LEGITIME CONSEQUENDIS;
Eruditorum examini subjicit

JACOBUS PATERSON,
BRITANNUS.

Soc. Reg. Med. Edin. Sod. Extraord.
Et Soc. Physico-Chirurg. Soc. Honorar.

Prid. Id. Septemb. hora locoque solitis.

HE causeth the vapours to ascend from the ends of the earth, he maketh lightnings for the rain: he bringeth the wind out of his treasuries.
PSALM CXXXV. 7.

EDINBURGI:
Apud BALFOUR et SMELLIE,
Academiae Typographos.

M,DCC,LXXXIII.

Consobrino suo,

DUGALDO STEWART,

In alma hac Academia

Matheseos Professori,

Societatis Regiae Edinensis a consiliis;

Quem,

Praeceptorem, Amicum, Parentem,

Expertus est;

Leve hoc amoris et observantiae pignus

Consecrat

AUCTOR.

TENTAMEN PHYSICUM,

INAUGURALE,

DE

EVAPORATIONE.

PROOEMIUM.

INTER tot tamque diverſas naturae operationes, inter eas ſaltem quas adhuc compererunt philoſophi, nulla vel per ſe mirabilior videtur, neque cujus effectus aut diffunduntur latius, aut magis ſalutares evadunt, quam humoris circuitus.

Quis divinare potuiſſet jugerum terrae, etiam poſtquam ſub Sole aeſtivo arſerit, tamen, calente die, pluſquam 1600 congios aquae, duodecim horis, in aërem diſpergere †?

 Quid

† Vide Watſon's chemical eſſays, vol. 3. p. 52.

Quid mirabilius, quam tantam aquae molem in aëre fufpenfam comperire, etiamfi aër fit 800 vicibus aqua levior? Et quaenam alia caufa unica effectus producit vel magis falutares, vel latius diffufos, quam hujus aquae defcenfus in pluvia, in rore, in nive, et in grandine, fontes amnefque formans, et humorem in terrae poros infinuans, unde plantis et animalibus derivatur alimentum?

Afcenfu vaporum, radios lucis refringentium, formantur iris, et alia diverfa in coelo meteora, quibus ftupent mortales. Eodem proceffu, nubes in fuperioribus atmofphaerae regionibus, inque inferioribus nebulae, nafcuntur.

Nemo nunc ignorat quam neceffarium fit et plantarum et animalium faluti, juftam humoris quantitatem a fuperficiebus perpetuo vaporari.

Homines quoque vim hancce utilem confiliis fuis fubjecerunt. Hinc pendent multi graviffimique, tum in chemia tum in artibus mechanicis, proceffus; exemplorum gratia, nec pluribus opus eft, diftillationes omnigenae, atque falium et extractorum praeparationes. Omnes norunt machinam nobiliffimam, qua philofophia mechanica gloriatur, ope vaporis calidi fola moveri.

Variis

Variis modis conati sunt philosophi, hujus phaenomeni insignis rationem reddere; hypothesi unicuique sui defensores non defuerunt; harum autem pleraeque, datis falsis, vel haud naturae convenientibus, nisae, defensorum votis non responderunt. In hoc tentamine causas praecipuas hactenus prolatas in animo est considerare; et, quatenus possim, determinare conabor, quaenam earum revera existere, optime probatur, et quae simul etiam omnia phaenomena observata justissime explicat.

CAPUT I.

De Evaporationis theoriis diversis.

SECT. I.

Nieuwentytus, aliique complures, ut ascensum aquae in aërem, ipsa tanto leviorem, explicarent, sunt imaginati particulas ignis, a Solis radiis separatas, et particulis aquae adhaerentes, formare simul moleculas aëre leviores, quasque igitur per leges hydrostaticorum ascendere necesse est, donec ad aërem ipsis non graviorem perveniant, ubi

in nubem tenuem formantur. Posuerunt hi philosophi, gigni pluviam ex separatione particularum ignearum ab aquaticis, unde hae coalescunt, et in guttis pluviae, vel roris, gravitate sua descendunt †.

Satis constat, Nieuwentytum ejusque sectatores neutiquam imaginari, ignem in corporibus fixum et latentem fieri posse. Hinc, secundum horum hypothesin, ex hac ignis et aquae mistura calor gigni, quem transiens per nebulam homo sentire, debet; cum tamen vapor est revera frigidior quam pluvia ipsa. Porro, si vera esset hypothesis, vaporatio calorem gigneret oportet; sed e contrario frigus plurimum gignit.

S E C T. II.

Opinio altera de vaporum ascensu et suspensione, quae olim multum obtinuit, sic explicari potest. Quanquam aqua sit multo gravior aëre, tamen si diminuta particularum magnitudine, ejus superficies plurimum augeatur, quando semel vento vel causa alia tollitur, non facile descendet;

† Nieuwentyt's religious philosopher, contempl. 19. § 13. ad § 25.

ſcendet ; pondus enim uniuſcujuſque particulae diminuitur, ut cubus ex diametro, quum ſuperficies cui proportionalis eſt aëris reſiſtentia diminuitur tantum ut quadratum ex eadem. Hoc autem ſatis ex eo conſtat, quod pulvis aliaque corpuſcula levia in aëre longius aut brevius natant, prout ſunt magis vel minus minuta †.

Ut videamus quam minime ſufficit haecce theoria, ſatis erit notare, aſcenſum pulveris et corpuſculorum talium in aërem, ſemper ex quadam vi externa adhibita oriri ; vapores autem continuo, tempeſtate ſerena aeque ac ventoſa, aſcendere, neque, vento ceſſante, niſi in certo rerum ſtatu, ad terram cadere ; ſemper enim iis oneratus eſt aër.

S E C T. III.

Illuſtris Carteſii ſectatores docuerant, particulas aquae in ſphaerulas cavas a calore Solis formari, et haſce materia ſubtili, quam *auram* nominarunt, impletas, aëre leviores

res

† Dr Wallis in Lowthorp's Philoſp. Tranſ. abridged, vol. 2. p. 124. Deſagulier's experimental philoſophy, vol. 2. p. 309. Barlow on the generation of rain, p. 40.

res fieri, et ſic facile attolli. Hoc modo aſcendere credebant, donec ad aërem gravitatis ſpecificae ejuſdem cujus erant ipſae perveniſſent, ubi nubes ſunt factae. Hanc doctrinam revocarunt, vel potius de novo formarunt, Hallaeus et Derhamius; narratque Deſagulierus hanc opinionem, tempore quo ſcripſit, plerumque obtinere. Hallaeus poſuit, ſphaerulas aëre plurimum rarefacto diſtendi; et inde ſic ratiocinatur. Si aquae particula expanderetur in bullam, cujus diameter erat decies major quam antea in ſtatu aquatico, hujus particulae magnitudo millies augeretur: Et quoniam aër ſit tantum 800 vicibus levior aqua, in ſtatu ordinario, talis igitur bulla aſcenderet, donec, propter calorem diminutum et aëra leviorem factum, aut ſiſteret in certa atmoſphaerae regione, aut condenſaretur, et in pluvia vel rore deſcenderet †.

Materia ſubtilis, quam haſce aquae veſiculas inflare poſuerunt Carteſiani, nunquam juſte definita eſt; ignoramus quid ſit; de illa igitur non eſt ratiocinandum. Neque facile cum Hallaeo concipere poſſumus, quomodo Sol, quum in unaquaque ſuperficiei aquae parte vi agit eadem, aërem intra ſphaerulas tanto calidiorem et rariorem aëre ambiente

† Lowthorp's abridgement, vol 2. p. 126. Deſagul. philoſ. vol. 2. p. 309. Derham's phyſico-theology, p. 20. et p. 48. Note A.

ambiente reddere poſſit. Sed pone has ſphaerulas jam formatas, aër externus frigidior eas caloris exceſſu cito privaret, adeo ut non niſi momento temporis durarent, et vapor pro compluribus milliariis non ultra paucos pedes exſurgeret. Videmus quam cito diſrumpuntur bullae ex aqua ſaponacea confectae; hanc autem, aqua communi multo tenaciorem, diutius aëra incluſum retinere neceſſe eſt. Ex hac quoque theoria calor debet inter vapoporandum augeri †; res tamen omnino aliter ſeſe habet.

SECT. IV.

Anno 1729, Deſagulierus pro Societate Regia diſſertationem recitavit, in qua theoriam evaporationis novam propoſuit ‡. Cum Newtono notat, vim inter corporum particulas repulſivam a calore augeri, et particulas aquae in vaporem converſas, non tantum ſe invicem, ſed etiam particulas aëris, ad intervallum nonnullum repellere. Sin autem

† Vide Derham's phyſico-theology, p 49 Note A. ubi, quod inſulae minus quam terrae continentes dura hyeme frigeſcant, ad vapores calidos mari genitos cauſam refert.

‡ Phil. Tranſ. No. 407. et Deſaug. exper. phil. vol. 2. p. 306.

autem aqua plus 800 vicibus ſupra ſtatum ſolitum expanderetur, fieret aëre levior, et proinde aſcenderet. Quivis autem caloris gradus, inquit Deſagulierus, aquam plus quam aërem rarefacit. Sic aquae ebullientis calor aërem duobus tantum partibus ex tribus rarefacit, cum aquam convertit in vaporem, qui eſt 14000 vicibus rarior quam aqua in ſtatu ordinario. Tunc ſumit pro conceſſo, expanſiones, et in aqua et in aëre omnibus caloris gradibus inferioribus genitas, fore gradibus ipſis juſte proportionales: Calculum ſic inſtituit. In caloris ſcala Newtoni † aquae ebullientis calor notatur 34; aeſtatis calor medius 5; veris et autumni calor medius 3; et hyemis calor medius 2. Sin autem aquae expanſio 34 caloris gradibus ſit 14000, erit expanſio 5 gradibus 2058; 3, gradibus 1235; et 2, medio hyemis calore, erit 823; quae quidem expanſio ſufficit ciere vaporem, quippe cujus denſitas ſolita eſt ad aëris denſitatem ut 800 ad 1. Ita vaporis quantitates, ex aquae particulis et vacuitatibus conſtantes, in atmoſphaeram aſcendere, et nubes formare putat; et altitudinem computat, ubi diverſis anni tempeſtatibus ſuſpendi, ſecundum theoriam ſuam, deberent; quod rebus obſervatis omnino congruere credit.

In

† Phil. Tranſ. No. 270.

In differtatione fecunda, Defagulierus oftendere conatur, vaporis afcenfum electricitate promoveri. Particulas aqueas imaginatur, ab aëre electricitatem accipere, unde et fe invicem et aërem repellunt. Sic rarior fit vapor, faciliufque afcendit †.

Multa funt quae huic hypothefi objici licet. Secundum eam, quantitas quaelibet aquae fupra ignem pofita longe prius exhalaretur, quam ad ebullitionis punctum pertingeret; cito enim caloris gradum pateretur, multo majorem quam hic evaporationi neceffaria reperitur ‡. Si vel hyemis calor fufficit aquam expandere, adeo ut in vaporem aëre leviorem converteretur, quaenam vis contra gravitatis leges eam infra detinet? cur non omnis vaporatur §?

Sed totum opinione falfa niti videtur. Ab experimento quod fecit Nieuwentytus cum Æolipilo ‖ (unde parum concludi rite debuiffet) afferuit Defagulierus, aquam in

 vaporem

† Experim. philof. vol. 2. p. 336. et feq.

‡ Vid. Rowning's Natural Philof. vol. 1. p. 136.

§ Kames in Phyfical and Literary Effays, vol. 3. p. 84.

‖ Religious Philofopher, cont. 25. fect. 6.

vaporem converſam 14000 vicibus rariorem quam in ſtatu ſolito fieri. Sed non amplius rareſieri, quam 1660 vicibus, reperit, periculis accuratioribus Glaſcuae factis, vir ingenioſus Jacobus Watt †. Cum magna quoque temeritate Deſagulierus ſine probatione aſſumpſit, rarefactiones aquae et aëris gradibus caloris inferioribus genitas, eſſe gradibus ipſis juſte proportionales. Hoc certe a veritate longe adverſum eſt; quoniam a gradibus caloris inferioribus aqua parum, ſed aër plurimum, expanditur ‡. Vaporis quidem particularum vis repulſiva infra ebullitionis gradum eſt vix conſideranda, et omnino impar ad vapores alte in atmoſphaeram tollendos §. Externus quoque aër frigidus vaporem hunc elaſticum calidum ad temperiem ſuam cito reduceret, neceſſe eſt.

S E C T. V.

Praetermiſſa hac hypotheſi, utpote omnino inepta, pergamus aliam examinare, quae majorem veri ſimilitudinem prae ſe ferre videtur.

Ab

† Blackii praelectiones.

‡ Ibid.

§ Clare on the motion of fluids, p. 304.

Ab anno uſque 1691, Hallaeus opinionem ſuam de fontium origine, Societati Regiae tradens, verbis ſequentibus uſus eſt. ‘ The air of itſelf would imbibe a certain ‘ quantity of aqueous vapours, and retain them *like ſalts* ‘ *diſſolved in water;* the ſun warming the air and raiſing ‘ a more plentiful vapour from the water in the day time, ‘ the air would ſuſtain a greater portion of vapour, as ‘ warm water will hold more diſſolved ſalts, which, upon ‘ the abſence of the ſun in the nights, would be all again ‘ diſcharged in dews, analogous to the precipitation of ‘ ſalts on the cooling of liquors †.’

Qui conjecturam crudam inconſulte profert, vel qui rem obiter tantum tangit, is pro auctore hypotheſeos certe non eſt habendus; attamen veri videtur ſimillimum verba ſupra memorata eſſe revera originem theoriae illius, quam poſt Hallaeum tot ſcriptores propriam tanquam propoſuerunt.

M. le Roy de aquae in aëre ſolubilitate diſſertationem ingenioſam anno 1751 emiſit. In hac notat, quod ſi die ſereno

† Lowthorp's abridgement, vol. 2 p. 127; or, Philoſ. Tranſ. No. 192.

ſereno vas vitreum ſubere accurate occludatur, aquam in aëre, qui ſiccus apparet, contentam, calore minuto praecipitatem fore, in rorem intra vas converſam; atque hunc rorem evaneſcere, iterum ſcilicet ab aëre intra vas diſſolutum, quandocunque aër calorem recuperaverit.

Franklinius hoc principium, aquae nempe in aëre ſolubilitatem amplius illuſtravit, in chartula quam anno 1756, coram Societate Regia, recitavit, et poſtea inter opera ſua vulgavit †.

In Gallica Encyclopaedia, anno 1756 edita, locum ſequentem invenimus. ‘ On voit par la combien ſe trom-
‘ pent ceux qui s'imaginent, que l'humidité qu'on voit
‘ s' attacher autour d'un verre plein d'un liqueur glacé
‘ eſt un vapeur condenſée par le froid; cet effet, de même
‘ que celui de la formation des nuages, de la pluie, et des
‘ tous les meteors aqueux, eſt un vraie precipitation chy-
‘ mique, par un degré de froid qui rend l'air incapable
‘ de tenir en diſſolution toute l'eau dont il s'etoit chargè,
‘ par l'evaporation dans un tems plus chaud; et cette
‘ precipitation eſt preciſement du même genre que celle
‘ de

† On electricity, p. 182.

"de la creme de tartre, lorſque l'eau qui la tenoit en diſ-
'ſolution s'eſt refroidie †.'

Muſchenbroekus inter cauſas alias, quibus vaporis ſuſpenſionem attribuit, manifeſto alludit ad aquae in aëre ſolutionem, quam ſalium in aqua ſolutioni comparat ‡.

Nolletus in praelectionibus conjicit, aërem tanquam menſtruum in aquam agere; ſed neque hoc confirmare conatur, neque ad varia phaenomena, quae evaporatio producit, explananda utitur.

Henricus Home de Kames, quoque, inter caeteros, hanc opinionem Societati Philoſophicae in hac urbe propoſuit. Charta ejus inter Socïetatis tentamina et obſervationes, anno 1771, eſt vulgata ‖.

Inter tentamina Georgica ab Huntero, eodem anno Eboraci vulgata, chartula a Gul. White, M. D. conſcripta, quae hanc ipſam doctrinam continet, invenienda eſt §.

Sed,

† Encyc. Franc. tom. 6. p. 283. fol. ed.

‡ Introd. ad phil. Natural. vol. 2 p. 965.

‖ Eſſays phyſical and literary, vol. 3. p. 80.

§ Georgical eſſays, vol. 2. p. 15. ed. prima.

Sed, quanquam multi philoſophi mentionem de aquae in aëre ſolubilitate ante Hamiltonum fecerant; attamen, ut ſuum cuique reddatur, confitendum eſt, neminem hanc rem tam accurate tractaviſſe, neque tam feliciter ad varia phaenomena explicanda adhibuiſſe, quam illum in diſſertatione, anno 1765, apud Societatem Regiam recitata, poſteaque una cum quibuſdam aliis ejuſdem auctoris diſſertationibus in lucem edita †.

Hanc opinionem argumenta ſequentia valde probabilem reddunt.

A Baconi uſque temporibus ſancita eſt haec philoſophandi regula, effectus ſimiles ad cauſas ſimiles eſſe referendos; eſtque philoſophorum opus phaenomena inter ſe accurate comparare, quaeque ex omni parte ſimilia ſint, ad idem genus referre, et iiſdem cauſis tribuere. Hoc modo cauſae, quas exiſtere jam probatum ſit, generaliores reddentur, et ſcientia noſtra latius promovebitur. Si igitur aquae in aëre et ſalium in aqua ſuſpenſio, alteri altera penitus ſimilis reperiatur, utraſque ex eadem cauſa oriri, quodque vaporationem appellamus nihil eſſe aliud niſi

† Phil. Tranſ. vol 55. p. 146. et ſeq. et Phil. Eſſays by Hugh Hamilton, D. D. F. R. S. 1772.

nisi aquae in aëre solutionem lentam, par est concludere †.

Per solutionem intelligitur, conjunctio inter corporis et fluidi particulas adeo intima, ut totum moles homogenea appareat, aeque ac ante conjunctionem erat fluidum, translucida, atque in hoc statu manens, donec causa aliqua externa mutationem induxerit. Solutionis natura a scriptoribus chemicis hoc modo explicata est: Quando corporis particulae, fluido circumfusae, minus inter se quam a fluido attrahuntur, necesse est ut invicem separentur, ut cum fluidi particulis conjungantur, ibique suspensae maneant. Sic in aqua varii sales dissolvuntur, aurum in aqua regia, et in acidis aliis caetera metalla.

Certum est, aëris elastici quantitatem haud parvam semper in aqua contineri; si enim aqua in excipulo exhausto ebulliat, aër separatur. Experimentis etiam compertum est, hunc aërem ex aqua extricatum, spatium occupare multo majus quam aqua ipsa in qua includebatur ‡. Si vero particulas auri, corporis adeo gravis, in aqua regia per fluidi particularum attractionem suspendi

concedatur,

† Hamilton on evaporation, p. 6. &c.

‡ Boerhaavii elementa chemiae, vol. 1. p 521.

concedatur, certe non abſurdum eſt credere, aërem, corpus adeo leve et elaſticum, ſub aqua retineri ſimili vi, ſine qua ad ſuperficiem exſurgeret, evaderetque. Immo, ſi aqua, quantum fieri poſſit, aëre ſuo privetur, et hac aqua impleatur phiala, ſi deinde admittatur aëris quantitas parvula, aqua, ut oculis etiam percipietur, paucis diebus aërem abſorbebit †.

Aër contra ſemper nonnihil aquae continet, etiam quando purus omnino et ſiccus apparebit. Hoc probatur ex magna humoris quantitate, quam inde attrahit ſal tartari, vel acidum vitrioli concentratum ‡. Quoniam igitur aër, qui fluidum eſt, corporis alterius particulas in ſe continet, et tamen aeque tranſlucidus ac antea manet, quod quidem verae ſolutionis indicium minime fallax, ſemper aeſtimatur; quid obſtat, quin veram hic aquae in aëre ſolutionem evenire, concludamus || ?

Haec autem ratiocinatio amplius confirmabitur, ſolutionis ordinariae et evaporationis proprietates per omnia ſingulatim comparando.

1. Si

† Boerhaavi elementa chemiae, vol. I. p. 521.

‡ Ibid. p. 464.

|| Hamilton, p. 13.

1. Si in vas aqua plenum ſalis fruſtulum injiciatur, cito diſſolvi incipit, et aqua in imo craſſa et onuſta apparet; ſi quieſcat aqua, ſolutio lentiſſime procedit; ſi vero circumagatur, ſal brevi diſſolvitur. Hoc autem evaporationi juſte reſpondet. Tempeſtate ſerena, aër ſuperficiei exhalanti proximus particulis aqueis onuſtus apparet, atque evaporatio lente procedit; ſed, quando aëris rivulus per ſuperficiem exhalantem tranſit, proceſſus valde promovetur †.

2. Si aqua ſalem qui diſſolvitur continens lente agitetur, aſcendet in ſpiris inter reliquam aquam pars ſale ſaturata, atque lucis radios diverſe refringendo, rebus per ſe viſis motus tremuli ſpeciem inducet; hoc durabit, donec ſal per aquam totam diffundatur, et tunc liquor pellucidus fiet. Simili modo, quando vapor in aërem aſcendit, primum in ſpiris apparet, rebuſque per ſe viſis illam motus tremuli ſpeciem inducit; ſed quandocunque penitus diffunditur, aër iterum pellucidus fit ‡.

3. Plerumque accidit ut fluidum diſſolvens, quod chemici *menſtruum* vocant, corporis diſſoluti quantitatem cer-

 tam

† Hamilton, p. 13.

‡ Ibid. p. 15.

tam tantummodo assumere valeat; et plus si addatur, cadet in fundum, nec dissolvetur. Fluidum tunc corpore dissoluto *saturari* dicitur. Sic aqua certam tantum salis, et aër certam tantum aquae, quantitatem dissolvit. Hinc aëre humido parum procedit evaporatio; sed vento saturatum scilicet auferente, et liberiorem suppeditante aërem, magnopere adjuvatur. Eodem modo, quando aër humore saturatur, animalium halitus et perspiratio visibiles fiunt †.

4. Evaporationem aeque ac solutionem promovet calor, reprimit frigus. Si aqua frigida sale saturatur, aucto calore plus dissolvet; et aër humore jam saturatus, aucto etiam calore, plus dissolvet. Si vero plena salis solutio in aqua calida fiat, haec aqua refrigens, aliquod salis, quod cadet ad fundum, relinquet. Simili modo, si multum aquae die calido exhalatum fuerit, pars ejus noctu, aëre frigente, in forma roris vel nebulae praecipitabitur. Sic in camera calida colligitur ros in parte fenestrarum interiore, quarum pars exterior aëri frigido exponitur, et phialae liquore frigido plenae, in calido loco positae, superficies, cito humore obducetur ‡.

5. Cor-

† Physical Essays, vol. 3. p. 92.

‡ Hamilton, p. 18. et Physical Essays, vol. 3. p. 93.

5. Corporis diſſoluti et fluidi vaporati, dato tempore, quantitas, *caeteris paribus*, de ſuperficiei magnitudine pendet. Ita ſal in pulverem redactus, citius quam in forma concreta, diſſolvitur. Sic etiam aqua per ſuperficiem latam diffuſa, vel in ſpumam tenuem diſſipata, multo citius quam in loco profundiore collecta, vaporatur †.

6. Chemici notant variorum ſalium in aqua ſolutione nonnihil frigoris oriri; et nunc bene conſtat, gradum frigoris altum inter exhalandum produci ‡.

7. Rectificatus vini ſpiritus, aëre purgatus, ut experimento compertum eſt, magnam aëris bullam multo citius quam aqua imbibet. Hoc monſtrat attractionem vel (ut loquuntur chemici) affinitatem eſſe validiorem inter ſpiritum vini et aëra, quam inter aquam et aëra. Si igitur fluidorum evaporatio ex ſolutione in aëre oriatur, ſequitur, ſpiritum citius aqua vaporari; quod quidem verum eſt ‖.

8. Si corpus in menſtruo diſſolvatur, et addatur aliud

cuj

† Hamilton, p. 20.

‡ Ibid.

‖ Ibid. p. 22.

cui menſtruum eſt magis quam corpori primo affine, diſſolvetur ſecundum, praecipitabitur primum. Sic fluidum aërem in ſe contentum emittit, ſi addatur corpus aliud, cum quo major quam cum aëre affinitas eſt. Eodem modo, ſi ſpiritui vini bene rectificato addatur aquae pluviae limpidae quantitas aequalis, haec fluida, magis inter ſe quam aëri affinia, conjungentur, et partem aëris contenti magnam dimittent, quae ad ſuperficiem aſcendet, vel vaſis lateribus in parvulis bullis adhaereſcet. Hoc, credo, monſtrat, aërem in his fluidis contineri eodem modo, quo corporis diſſoluti particulae in menſtruo continentur; et hinc concludo, aërem quem imbibit fluidum quodvis, in illo fluido revera diſſolvi, in ſenſu hujus verbi chemico; et quodvis etiam fluidum quod vaporatur, vel ab aëre imbibitur, in eodem verbi ſenſu, in aëre diſſolvi. Ex hoc principio dicere licet, aquam ſali tartari vel acido vitriolico, magis quam aëri, affinem eſſe, atque ideo ex aëre a ſicco ſale vel ab acido attrahi †.

9. Menſtruum, ſecundum denſitatem, plus minuſve diſſolvit; quoniam attractionem electivam, ſecundum particularum in menſtruo numerum, vi majore vel minore agere oportet. Ita, ſi ſtibium in aqua regia ſolutum aqua communi diluatur,

† Hamilton, p. 24.

diluatur, particulae acidae a ſe invicem remotae non diutius valebunt metallum ſuſtinere, quod ideo praecipitabitur. Sic etiam ex antliae pneumaticae excipulo, parte aëris extracta, adeo expanditur pars reliqua, ut aquam diſſolutam nequeat retinere, ſed nebuloſa fit, atque excipulum intus rore obducitur; hic autem ros, aëre admiſſo, iterum diſſolvitur, et nebulae evaneſcunt †.

10. Hoc etiam principio, ratio ſingulorum atmoſphaerae phaenomenorum facilis et haud redarguenda redditur. Sed hanc rem in diſſertationis hujus parte poſteriore nonnulla cum cura expendemus.

Hujus tamen doctrinae admiſſioni unum obſtat et ingens impedimentum. Dicitur enim evaporationem in *vacuo* fieri, atque ibi melius etiam quam in aëre aperto, procedere. Certum eſt aquam in vacuo ebullire, et affatim in fumum converti, calore 95 graduum, quum calor infra gradus 212, in aperto aëre, eoſdem effectus producere nequit.

SECT.

† Phyſical Eſſays, p. 92.

SECT. VI.

Sentententiam nunc confideremus, quam hac de re tradidit Blackius, Profeffor nofter jure celeberrimus †. Philofophus ille probare conatur, corporum fluiditatem minus de igne fenfibili, quem continent, pendere, quam de certa quantitate ignis qui in illis adeo latet, ut neque fenfibus neque thermometro percipiatur, femper tamen erupturus in quibufdam rerum ftatibus, et ignis fenfibilis vel mobilis formam induturus. Illum ab hoc, ignis *latentis* nomine diftinxit, multifque experimentis et obfervationibus pulcherrimis exiftentiam ejus demonftrat. Ita, quando aquae quantitates duae, menfura aequales, fed calore difcrepantes, una mifcentur, temperies mifturae eft media arithmetica inter quantitatum nondum miftarum calores. Sed, quando aqua calida et glacies una mifcentur, temperies multo minor evadit, quantitas ignis omnino evanefcit. Certum eft, non deleri hunc ignem; quoniam aquam in glaciem iterum convertendo, quantitas ignis effluit multo major, quam in aqua fluida percipi poffet. Neceffe eft igitur,

† In praelectionibus Chemicis.

gitur, ignem, qui in hoc experimento amitti videtur, cum aqua intime conjungi, et ſenſibus non percipiendam fluiditatis cauſam fieri.

Opinatur Blackius et fluiditatem et evaporationem de eadem ignis operatione pendere; atque mutationem aquae in vaporem ſimilem eſſe mutationi glaciei in aquam. In fluidum ingredi putat, quantitatem ignis, quae, fluido in vaporem converſo, in ſtatum latentem tranſit, et fit unum ex principiis ex quibus vapor conſtat; ſemper tamen formam propriam vapore condenſato iterum indutura.

Ad hoc probandum Blackius notat, aquam calidam ſub antliae pneumaticae excipulo poſitam ebullire violenter, et partim ſubito in vaporem diſpergi; aquam interea frigere celerrime, partem ignis evaneſcere, neque in vapore neque in aqua percipiendam. Concludendum eſt igitur, hunc ignem in vapore etiamnum exiſtere, ſed latere, methodis uſitatis ſe oſtendere recuſantem.

Experimento etiam, quod Cullenus inſtituit, illuſtratur haec doctrina. Phialam vitriolicum aethera continentem poſuit ille in vaſe aquae pleno, ſub antliae pneumaticae excipulo collocato. Exhauſto aëre, aether violenter ebullivit,

livit, et frigore in evaporatione producto gelavit circumjacens aqua †. Aqua in hoc experimento magnam amisit ignis quantitatem, quae tamen neque in aethere neque in vapore posset detegi; quamque igitur in vaporis constitutionem assumi, et ibi latere, oportuisset.

Praeterea ostendit Blackius, vaporum condensatione in alembico communi, aquae frigidae vaporem condensanti, communicari tantum ignis, quantum ad gradum usque ferri candentis liquorem distillatum calefacere sufficeret. Vapor tamen nunquam calidior evadit, quam aqua ebulliens unde emittitur; adeo ut hunc ignis excessum in vapore latuisse liqueat, condensationis tempore tantummodo percipiendum. Hanc ignis quantitatem modo sequenti computat. Pone in vase refrigeratore 100 libras aquae contentas, et libram unam distillari. Si aquae in refrigeratore communicentur 10 gradus caloris, libram unam distillatam 1000 gradus amisisse sequitur. Si transeundo per refrigeratoris canalem, ad graduum 50 temperiem redigatur aqua distillata, quum eidem in canalem sub forma vaporis ineunti esset temperies graduum 212; tunc 162 tantum gradus ignis sensibilis haec aqua amisit; quem vero

† Essays physical and literary, vol. 2. p. 145.

vero ignem aquae in refrigeratore, hujus ignis pars reliqua tota, 800 gradus fuperans, impertivit; in eadem vapore facta latebat adeo, ut ne vel thermometro poffet indicari. Ex tali igitur calculo apparet, ignem vapori communicatum 800 gradus fuperaffe, qui ferri molem, ejufdem cujus aqua magnitudinis, candefacere fufficerent. In experimento quod inftituit Wattus, communicabatur ignis ad gradus ufque 1000, quanquam aqua toto tempore calore tranfibat leni, paullo majore quam manus poffet tolerare.

Evaporationis igitur rationem hujufmodi reddit Blackius. Aqua in ftatu fluido remanet, quamdiu ignis, in illa contentus, certam quantitatem non excedat: Si quando injiciatur quantitas major, haec cum aqua intime conjungitur, latet, et corpus format novum, vaporem fcilicet, ab aqua unde derivatur omnino diverfum. Hic vapor in atmofphaeram levitate afcendit; atque ita ab aquae fuperficie exhalatio procedit continua, quamdiu adfit plus ignis, quam aquam retinere fluidam fufficiat.

Boylaeus, et Gauteron Academiae Gallicae, evaporationem a glacici fuperficie nonnullam effe repererunt. Hoc autem theoriae Blackii non repugnat; experimento enim

D infigni

insigni ille ostendit, latentem aquae ignem inter congelandum evolvi et sensibilem fieri. Aqua gelans igitur et glacies in ea formata, procedente congelatione, semper sunt aëre externo paullo calidiores; atque ideo haec aqua caloris sui sensibilis partem aëri externo impertiet, et pars altera cum particulis aqueis intime conjungetur, et vaporem formabit, qui in atmosphaeram exsurgat. Hoc, una cum aëris actione mechanica, superficiem glaciei semper abradente, rationem hujus phaenomeni sufficientem reddere videtur.

Ex principiis Blackii sequitur, in uno tantum rerum statu evaporationem paullulam vel nullam fieri; quando scilicet glacies solvitur, sed non est jam soluta. Hic aqua revera ignem ab atmosphaera accipit, sed ignis, statim ut accipitur, sensibilis esse desinit, et latere incipit; et donec igni latente saturetur aqua, parum ignis sensibilis cum aquae particulis ad vaporem formandum conjungi potest. In hoc autem rerum statu, theoria experimento confirmatur. Hamiltonus enim glaciei colliquescentis frustulum unum in excipulo exhausto, et in alio aëris pleno frustulum aliud, inclusit; atque neutrum, 24 horis, quidquam evaporatione amisisse comperit †.

Talis

† Hamilton on evaporation, p. 70.

Talis eſt doctrina Profeſſoris noſtri celeberrimi. Sed Chemicus egregius Irvinus Glaſcuenſis, hunc ignis in corpora influxum non eſſe cauſam, ſed e contrario effectum, fluiditatis et evaporationis contendit. Farenheitii experimenta a philoſophis quibuſdam recentioribus, et praecipue a Blackio repetita et emendata, ſatis demonſtrant, corporibus diverſis ejuſdem a thermometro indicatae temperiei, longe diverſos ignis quantitates revera ineſſe. Haec experimenta proſequens Irvinus obſervavit, corpus idem ſub formis diverſis examinatum, magis vel minus ignis capax ſemet oſtendere. Sic glacies, cum mercurio 20 gradibus ſe frigidiore miſta, minus ignis ei impertivit, quam aqua cum mercurio 20 gradibus frigidiore miſta. Hinc concludit Irvinus, corpora, in fluiditatis vel evaporationis ſtatum tranſeundo, abſorbere ignem, propterea quod forma eorum mutatur, unde magis capacia ignis redduntur. In eandem quoque ſententiam Cleghornius abiit, ſuis de igne opinionibus magis congruam arbitratus †.

Num haec ſententia vera ſit necne, quoniam experimenta quibus nititur nondum in medium protulit Irvinus, mihi dijudicare nunc non foret aequum. Hoc ſaltem notare fas ſit, ſumma cum cura et inſtituenda, et, poſt inſtituta,

† Diſputatio inauguralis de igne 1779 edita, p. 25.

ſtituta, repetenda eſſe talia experimenta, antequam opinionem eſſe ſtabilitam rite concludamus.

S E C T. VII.

Recenſitis theoriis diverſis, quae ad evaporationem explicandam ſunt propoſitae, mihi liceat conjecturam ſequentem proponere, quam quidem hoc tempore proferre piget, antequam rite eam proſequi otium ſineret.

Apparet mihi evaporationem eſſe proceſſum revera duplicem; vaporem primo, ut arbitratur Blackius, ab ignis influxu formari †, atque hunc vaporem, jam formatum, eſſe facile in aëre ſolubilem.

Purus vapor in aëre nondum ſolutus, vim elaſticam immenſam poſſidere videtur; cujus rei exempla videmus inſignia in machinis Saveriana atque Papiniana, ubi vapor elaſticitate aërem magnopere ſuperat. Sed poſtquam vapor in aëre diſſolvitur, nullam hujus elaſticitatis notam reperimus; e contrario, aëris ipſius elaſticitas, conjunctione tali, multum diminuta videtur ‡.

Si

† Vid. p. 29.

‡ Vid. Boerhaavii Elementa Chemiae, vol. I. p. 468.

Si vapor continuo per aërem aſcenderet, nec ibi diſſolveretur, tunc aër, uti credo, haud maneret tranſlucidus; radiis luminis diverſe refractis viſus fieret confuſus; et res omnes motu illo tremulo, de quo facta eſt mentio, undulata appareret. Atque hoc argumentum gravius videbitur, ſi reputemus quam immenſa moles aquae a terrae ſuperficie ſemper exhaletur.

Si aëris vim diſſolventem denegemus, haud equidem concipere poſſum, quomodo vapores ſupra terrae ſuperficiem ad altitudinem ullam notabilem aſcenderent. In diſtillatione condenſantur, etiam quando pars apparatus unaquaeque ſat calida facta eſt; quanto citius igitur atmoſphaerae regionum ſuperiorum frigore intenſo eoſdem condenſari oporteret? Facile probari poteſt thermometrum quinque millibus paſſuum ſupra terrae ſuperficiem poſitum, ad gradum uſque centeſimum ſaltem, infra o, ſcalae Farenheitianae, etiam in Zona Torrida, eſſe deſcenſurum †. Hinc concludo, quod niſi vapor in aëre diſſolveretur, ignis ejus latens evocaretur cito, atque vapor ipſe in aquam congelaret; adeo ut neque alte aſcenderet, neque, ſi forte ſublatus eſſet, ſuſpenderetur diu.

Si

† Vide Cleghorn de Igne, p. 46.

Si ignis esset evaporationis causa unica, tunc aqua in calido et sereno loco citius exhalaretur, quam flamini exposita in loco frigidiore. Sed omnibus bene notum est, rem non ita se habere. Nemo est qui non notavit quanta efficacitate ventus agros, vias, vicosque, post multam pluviam, exsiccare valet.

Argumenta antehac illata ad solutionem aquae in aëre probandum validissima videntur; atque ex hypothesi quam nunc propono plane videmus, quod aqua, etiamsi excipulo exhausto in vaporem igne convertatur, tamen, defectu aëris ad vaporem dissolvendum, paullulum tantum ascendet, et statim in forma roris praecipitabitur, vel in lateribus excipuli stillatim defluet.

CAPUT II.

De quantitate aquae in aërem exhalata.

Immensam aquae quantitatem in aëra omnibus temporibus ascendentem, ex observationibus quae sequuntur, quodammodo concipere possumus.

1. Notetur

1. Notetur quantitas fluidi ab animalium corporibus exhalati. Perſpirationem humani corporis non ſenſibilem 5 libras pondere 24 horis aequare, Sanctorius ponit †; Keilius vero a libra una et dimidia ad libras tres ‡. Ex his perſpirationis, tum apud Venetos tum in Anglia, exemplis, videre licet, quanta a toto genere humano, quanta a toto animalium genere, perſpiratio foret.

2. Quantitas a plantis exhalata. Plantae Heliotropii, 3 pedes et dimidium altae, perſpirationem mediam reperit Haleſius 22 uncias 12 horis ||. Plantae Braſſicae capitatae, magnitudinis mediae, reperit 19 uncias eodem tempore §; et vitis novellae, 5 uncias, 240 grana ††. Ex his exemplis conjectari quodammodo poſſumus, quantum fluidi a plantarum genere univerſo exhaletur.

3. Immenſa ex hujus orbis aqua exhalatio. Ex vaſe pleno aqua, aeque ac oceanus ſalſa, quantitatem vaporatam Hallaeus notans, computavit quantitatem e mari Mediterraneo

† Medicina Stat. § 1. aphor. 6.

‡ Med. Stat. Britan. p. 14.

|| Vegetable Statics, vol. 1. p. 10.

§ Ibid. p. 15.

†† Ibid. p. 18.

Mediterraneo ſolo, die aeſtivo unico, eſſe 5,280,000,000 dolia majora †. Et huic calculo addendum eſt, quantum a ventis et undarum agitatione adjuvetur exhalatio.

4. Quantitas aquae e terrae ſuperficie exhalata. Die ſereno, ab unoquoque viridarii tonſi jugero, ſupra 1600 aquae congios, 12 horis, diſſipari Watſonus invenit; quanquam per menſem et amplius pluvia nulla ceciderat, et herba facta fuerat fuſca. Experimentum aliud dedit 1973 congios ab uno jugero, 12 horis; et aliud, ubi terrae calor radiis Solis a pariete lateritio reflexis augebatur, dedit 2800 congios. Semita quoque, ut Watſonus obſervavit, ſicca quantum apparuit, et ubi nulla erat herba, vaporem affatim, quanquam non aeque abundanter ac ager herboſus, emiſit †. Ex his experimentis veriſimillimum videtur, durante tempeſtate pluviali, intra Zonam Torridam, non minus 5 vel 6 millibus aquae congiis, ab unoquoque agri jugero, 24 horis, diſſipari.

5. Ad haec omnia ſunt addendae quantitates magnae fumi, et vaporum aliorum, a fomite incenſo, diſperſae; fomes enim ex aqua praecipue conſtare videtur. Ratio quoque

† Phil. Tranſ No. 189. Lowthorp's abridgment, vol. 2. p. 109.

‡ Chemical Eſſays, vol. 3. a pag. 52 ad p. 69.

quoque habenda eſt electricitatis, utpote evaporationem promoventis plurimum, quod quidem a Nolleti experimentis apparet.

Hiſce obſervationibus, quantitatem aquae immenſam, aridiſſima etiam tempeſtate, in aëre incluſam, concipere adjuvamur. In oceano vivere revera dici poſſumus; hujus quidem oceani aqua raro eſt ſenſibus obnoxia; eam neque videmus, neque, dum in aëre diſſolutus maneat, humidam ſentimus; ſed nihilominus eſt aqua, quanquam nec videri nec tangi queat; ſicuti ſal in aqua diſſolutus, quanquam et manus et oculos penitus effugiat, non ideo ſal eſſe deſinit †.

Sicuti atmoſphaera ſemper aqua, ſic aqua in terrae ſuperficie ſemper aëre, oneratur. Animalium aquaticorum gentes numeroſae, oceanum aqueum incolentes, perirent ibi, ſi nullus aër ineſſet; et haud a vero abſimilis videtur conjectura, animalia, in hoc oceano aërio viventia, ſine aqua ibi diſſoluta, peritura fore ‡.

Boerhaavius pondus aëris fere totum aquae in eo ſuſpenſae attribui volebat ||. Sed utrum admittatur haecce

† Chemical eſſays, vol. 3. p. 85.

‡ Ibid. p. 186.

|| Elem. chemiae, vol. 1. p. 501.

conjectura necne, nunc tamen facile explicare possumus, cur non redundet Mare Caspium; et non cogimur ad hypothesin illam duram, de exitibus subterraneis, perfugere. Intelligere etiam possumus, cur Mare Mediterraneum, quo flumina magna compluria non cessant influere, subsidium tamen perpetuum ab oceano requirat.

CAPUT III.

De quibusdam Evaporationis effectibus.

SECT. I.

Una ex rebus quae evaporationem comitantur, est frigoris notabilis generatio. Hujus rei mentionem fecit Amontonsius anno 1699 †. Mairanus postea, anno scilicet 1749, hoc phaenomenon observavit ‡, et Muschenbroekus quoque, ut apparet ex libro suo, *Essai de Physique*. Professor Richman Petropolitanus compluria narravit experimenta,

† Mem. de l'Acad. des Scien. à Paris 1699.

‡ Dissertation sur le Glace.

menta, quae hac de re inſtituit annis 1747 et 1748; ſed non thermometri deſcenſum, bulbo areſcente, principiis evaporationis explicavit †.

Primus Cullenus hoc principium ſpeciatim illuſtravit, in chartula anno 1756 vulgata; ubi oſtendit frigus eſſe majus, evaporatione in vacuo, quam in aëre aperto, facta ‡.

Franklinius, in epiſtola Junio 1758 data, ſe dicit, una cum Hadleio chemiae profeſſore Cambrigienſi, experimentum inſtituiſſe, ubi thermometri bulbum aethere humectando, et follibus afflando, a 65 gradibus, uſque ad 7 ſupra 0, mercurium depreſſit ||.

Poſtremo, Profeſſor Braunius, cui argenti vivi congelantis inventionem philoſophi debent, hancce rem altius indagavit, vulgata tabula graduum frigoris, durante fluidorum evaporatione geniti §.

Gradus

† Novi Comment. Petrop. tom. 1. pro 1747 et 1748.

‡ Phyſical and literary eſſays, vol. 2. p. 145.

|| Franklin on electricity, p. 363.

§ Novi Comment. Petrop. tom. 10. 1764.

Gradus ſrigoris ita geniti, de evaporationis celeritate praecipue pendere videtur. Ita plus frigoris obſervatur, ſi thermometrum ſpiritu vini, quam ſi aqua, madefiat, atque vitriolico aethere, adhuc amplius quam ſpiritu vini, producitur. Frigus augetur quoque thermometri bulbo follibus afflato, unde evaporatio acceleretur. Frigus nullum producitur, ſi oleo ex lini ſemine extracto, vel aliis ejuſmodi oleis, oblinatur thermometrum; calore enim atmoſphaerae ordinario, haec olea, quatenus percipi poſſit, non vaporantur. Quando thermometri bulbus acido vitriolico forti humectatur, non modo non frigeſcit, ſed etiam caleſcit, et mercurius aſcendit. Hunc effectum producit calor ortus ex acidi vitriolici conjunctione cum aqua, quam ex aëre elicit †.

Methodi liquores refrigerandi et glaciem formandi, in India Orientali ‡ et Africae ora ||, uſitata, nititur hoc ipſo principio, frigus evaporatione produci. Eodem modo magis tolerandus incolis fervor Zonae Torridae evadit. Hi

† Vide experimenta à Duce d'Ayen de hac re inſtituta, apud Memoires de l'Academie des Sciences à Paris.

‡ Ives voyage, p. 77. et Zimmerman's treatiſe of phyſic, vol. 2. p. 151.

|| Phil. Tranſ. 1780, p. 486.

Hi quantitates fluidorum tenuium magna inglutiunt, quae perſpiratione praecipue emittuntur, atque frigus, durante ſudoris evaporatione genitum, ad refrigeranda corpora magnopere confert †.

Blackius primus philoſophorum hujus phaenomeni cauſam indicavit, tranſitum ſcilicet, durante evaporatione, ingentis copiae ignis in ſtatum latentem. Atque hoc quidem certum manet, utrum, ſecundum Blackium, hic tranſitus pro cauſa, vel, ſecundum Irvinum, pro effectu evaporationis ſolummodo, ſit habendus.

SECT. II.

Fluidorum quodam tenus calefactorum evaporationem comitatur motus inteſtinus, qui *ebullitio* nominatur. Eſt in fluidis aliis alius gradus caloris ad hunc motum efficiendum neceſſarius. In aethere vitriolico, et praeſertim in nitroſo, ſufficit calor paullo tantum major aeſtatis noſtrae calore. Vini ſpiritus ebullit gradibus 175; aqua 212 requirit; oleum ex lini ſemine extractum et mercurius, circa 600, atque metalla gradus etiam plures requirunt.

Ebullitionis

† Blackii praelectiones academicae.

Ebullitionis punctum saepe appellatum est punctum Evaporationis †. Quod quidem nomen minime convenit; denotare enim videtur, evaporationem fieri nullam, donec ad eum usque gradum calefacta fuerint fluida.

A compluribus quoque philosophis evaporatio in spontaneam et sensibilem dividitur; quarum prior obtinet, si atmosphaerae tantummodo fluidum exponatur, posterior vero, non sine igni adhibito; atque in his duobus exemplis, processus omnino diversi aestimati fuerunt ‡. Inter haec tamen limites certi nulli designari possunt; processus enim gradu tantum inter se differunt; atque potius ex uniformitate, in naturae operibus adeo conspicua, utrosque ex eadem causa oriri concludere debemus.

In aquae ebullitione res maxime notanda, est bullarum a fundo surgentium magnarum et multarum formatio. Philosophi hoc phaenomenon principiis variis explanare sunt conati; sed forsitan nulla ratio, omnibus numeris absoluta, adhuc est in medium prolata.

Boerhaavius

† Encycloped. Edinburg.

‡ Ibid. vid. etiam Hamilton's Essay, p. 68.

Boerhaavius probavit, has bullas non ex aëre in aqua rarefacto formari; quoniam diu poſt omnem aërem expulſum aſcendere pergunt. Sentire videtur cum Stairs, cujus opus citat, eas ' ex *igniculis* quibuſdam intra aquam ' agentibus,' oriri †.

Mariottus eas nominat *fulminationes*, quas procedere credit ex ſalis alicujus particulis, quae ſcilicet, eodem modo quo *aurum fulminans*, calefactae exploduntur ‡.

Hombergius, et chemici plurimi, fluido ſubtili elaſtico, ab igni per vaſis fundum tranſmiſſo, bullas oriri crediderunt. Sed fluidum adeo ſubtile, ut per vaſis fundum tranſiret, per aquam etiam tranſire, ſine eam turbando, veriſimillimum eſſe videtur ||.

Hookius vero hanc rationem reddit; aquae in vaſe imo particulas a calore converti in vaporem elaſticum, qui ſe expandit, viamque ſurſum per aquam reliquam, bullas

† Elementa chemiae, vol. 1. p. 515.

‡ Hamilton's Eſſay, p. 58. and Elementa Chemiae, vol. 1. p. 515.

|| Ibid.

bullas magnas formans, perrumpit *. Manifeſtum eſt, particulas fundo vaſis proximas, atque ideo et atmoſphaerae et aquae incumbentis pondere deorſum preſſas, ut per aquam reliquam exſurgant, gradum caloris majorem requirere, quam qui, particulas in aquae ſuperficie, ſub forma vaporis, per aërem diſpergere ſufficeret. Sed particulae inferiores, fundum vaſis contingentes, tantum caloris gradum tandem acquirent, quantus ipſas in vaporem convertat, vique afficiat repulſiva, quae pondus incumbens ſuperare valebit, et ipſas ſubito expandere in bullas illas, quae per aquam violenter ebullientem tolluntur.

Huic opinioni aſſentiuntur Nolletus, Hamiltonus † et Blackius ‡; atque omnium rationum quae adhuc ſunt redditae, haec ſine dubio veriſimillima videtur.

Ita, aqua calefacta, quanquam nonnihil infra ebullitionis punctum, ſub excipulo exhauſto poſita, violentius etiam quam ſuper igni, ebullit; bullis plurimis ex ipſa undequaque prorumpentibus. In hoc ſtatu, non credendum

* Birch's Hiſtory of the Royal Society.

† Eſſay on Evaporation, p. 59.

‡ Praelectiones Academicae.

dum eſt, fluidum ullum ſubtile per vaſis fundum aſcendere: Sed calor, quem aqua retinet, ipſius particulis vim dabit repulſivam, quanta pondus parvum incumbens ſuperare, ipſaſque in bullas expandere, ſufficiat. Hae bullae manifeſto vapore diſtenduntur; quum primum enim diſrumpi incipiunt, excipulum impletur vapore, qui in ipſius lateribus ubique in aquam condenſatur. Unde videmus, quare in vacuo aqua gradu caloris minore ebullit.

Experimentum quod multum illuſtrat quae hic de ebullitionis natura proferuntur, excogitavit Watſonus. Vas vitri magnum ſumpſit, thermometro, cum bulbo inferius poſito, ſimile. Bulbus plus quam congium cepit; tuba diametro parva, et pedes ſupra duos longa, erat. Hoc vas, ad ſummam tubam uſque, aqua ebullienti implevit, et ſubere quam arctiſſime occluſit. Primo aqua ſuber contigit; brevi autem frigidior facta, ſe contraxit, et in tuba ſubſedit. Attamen, quanquam aqua ab igni amota eſſet, —frigidior fieret,—et jam aliquantum temporis prorſus deſiiſſet ebullire; violentiſſime de novo ebullire coepit. Bullae erant magnae et multae, atque in ſpatium ubi dirumpebantur, inter ſuber et aquae ſuperficiem, per duas horas et amplius aſcendere pergebant. Ferro candente, ad tubae partem illam, per quam aqua ſe contrahendo de-

ſcenderat, adhibito, ebullitio ſtatim ceſſavit; amoto ferro, de novo incepit; at violentior ſolito fiebat, quando, panno in aquam frigidam immerſo admoto, pars illa refrigerabatur.—Calor aquae, poſtquam ebullire deſiiſſet, 130 graduum inventus eſt.

Horum phaenomenorum rationem reddere, haud difficile eſt. Aqua ſubſidente, inter ipſius ſuperficiem et ſuber relinquitur *vacuum*. Fluidum igitur, quamvis calor continuo diminuatur, tamen, propter pondus ſuper ſuperficie diminutum, ebullire pergit. Sed hoc tubae ſpatium non eſt vacuum omnino abſolutum; namque, et vapore ab aqua ſublato, et paullulo aëris, occupatur. Calor elaſticitatem et vaporis et aëris auget; et proinde auget vim in aquae ſuperficiem. Hinc ceſſat ebullitio, ferro candente admoto; atque hinc, vi in ſuperficiem per pannum frigidum diminuta, ebullitio violentior fit †.

Hoc experimentum quoque pulcherrime oſtendit, quare punctum ebullitionis in aqua, ſecundum pondera atmoſphaerae diverſa, mutatur. Nuper, haec res accuratiſſime examinata

† Watſon's Chemical Eſſays, vol. 3. p. 159. et ſequent.

examinata eſt a De Luc et Shuckburg; atque tabula, conclusiones experimentorum continens, a Cavallo, in tractatu ſuo de aëre, promulgatur †.

SECT. III.

Quoniam vaporis in aëre ſolutio fortem inter utrorumque particulas attractionem mutuam indicat; vaporis igitur particulae, ſtatim ut diſſolvuntur, aſcendent, aëris ſupra ſe ſiccioris attractione, et altius atque altius ſenſim diffundentur, aëre inferiori particularum novarum capaci relicto. Sed, quando hoc proceſſu et ventis adjuvantibus, in loca altiora et frigidiora tollantur, tunc ex caloris defectu non poſſunt omnes diſſolutae manere; complures igitur coaleſcent in guttulas, quae leviter inter ſe attractae, et cum aëre intermiſtae, *nubes* formabunt.

Hae nubes manebunt ſuſpenſae, quia particularum pondus reſiſtentiam aëris ſuperare non valebit. Quando enim diminuuntur corpora, eorum quantitates materiae, quibus proportionalia ſunt pondera, decreſcunt ratione

major

† Cavallo on air, p. 215.

majore quam ſuperficies, quibus proportionalis eſt reſiſtentia. In particulis igitur parvulis haec reſiſtentia pondere major evadere poteſt †. Nubes quoque materiem electricam colligunt, ut ex fulmine manifeſtum eſt; atque hanc ad ipſarum ſuſpenſionem conferre, veriſimile videtur.

Altitudo, ubi nubes formantur, pendet ex vaporum quantitate ſublata, et gradibus caloris in partibus atmoſphaerae ſuperioribus; ſemper enim aſcendent vapores, donec ad aërem perveniant adeo frigidum vel adeo rarum, ut omnes qui ſublati fuerint diſſolutas retinere nequeat ‡. Hinc nubes aeſtate quam hyeme plerumque ſunt altiores.

Quando nubes acceſſione continua vaporum multum augeantur, et particulae cogantur vento, coaleſcunt in guttas graviores quae ſub ſpecie *pluviae* deſcendunt §. Si pluvia ex nubibus alte ſuſpenſis proveniat, complures guttae inter deſcendendum coaleſcent, et guttas formabunt magnas, quales in imbribus aeſtivis, vel in pluvia poſt tonitru,

† Hamilton's Eſſay, p. 29. 30.

‡ Ibid, p. 30.

§ Ibid. p. 31.

tonitru, confpiciuntur. Sed, quando nubes prope ad terrae fuperficiem immineant, guttas pluviae minutiffimas plerumque videmus.

Aliquando ante congelantur nubes quam earum particulae in guttas colligantur; et tunc fruftula parva condenfata, et frigore graviora facta, defcendunt in floccis *nivis* tenuibus, qui nubis congelatae fragmina videntur. Sin particulae ante congelationem formentur in guttas, tunc *grando* fit †. Nubibus in fublimes atmofphaerae regiones, ubi frigus fit intenfum, afcendentibus, aliquando aeftate etiam grandinat.

Si quando aër vaporibus oneretur, et aura frigida fubita, qualis faepe a mari, oriatur, vaporum folutio reprimitur, atque etiam praecipitatio fit aliqua; fic in atmofphaerae partibus inferioribus formantur *nebulae*, quas Anglice *fog*, vel *mift*, nominamus. Interdum hoc mane tantum frigido evenit, fcilicet, Sole aliquantum temporis orto, aër calefactus vapores diffolvit, atque dies elucet ‡. Simili modo, vefpere diei fereni nebula faepe formatur, quia

† Hamilton's effay, p. 31.

‡ Ibid.

quia tunc aër vapores omnes Sole lucente ſublatos, in ſtatu ſolutionis retinere nequit.

Pars *roris* maxima hoc modo praecipitatur; ſed ex Du Faii experimentis † apparet, roris aliquantum eſſe vaporem, quem, durante etiam frigore noctis, terra exhalat, ſed quem aër tunc temporis non valet diſſolvere. Ros, vel nebula ſuper terrae ſuperficie frigore congelata, *pruinam* facit.

Jam notatum eſt, ſi phiala liquore frigido plena aëri calido exponatur, rorem in ejus ſuperficiem cito collectum iri, ex humore quem deponit refrigeratus aër. Si hoc corpus eundem adhuc frigoris gradum retineat, aëre interea ſuper eo tranſeunte, ros in ejus ſuperficiem ſemper augebitur, et tandem per ejus latera in parvulis aquae rivulis defluet. Atque hoc ipſo modo res ſeſe habere videntur in montibus, quorum culmina ad partes atmoſphaerae frigidiores attingant. Vento enim aërem inferiorem, quae calidiſſima ſemper eſt, vaporibuſque praecipue referta, in montium latera afflante, aër iſte, curſu utpote impeditus, aſcendat, perque culmina tranſeat, neceſſe eſt. Hic aër igitur, ſuper latera montium et culmina progrediens,

† Mem. de l'Acad. des Scien. à Paris.

grediens, non nihil refrigebit, atque inde vaporis in se contenti magnam deponet partem; quae pars super montium superficie praecipitabitur, ubi in locis terrenis subsidet, vel sese inter rupium rimas et fissuras insinuabit, intraque terram colligetur in *scaturiginibus* et *fontibus*, olim eruptura, et originem praebitura *fluminibus*, quae in regionibus montanis plerumque oriuntur. Hoc modo prope ad montes fierent fonticuli et rivuli, quanquam nec nubes existerent, nec pluvia. Sed humor, quem aër in montibus deponere solet, a nubibus in ipsos actis et vento coacervatis, multum augebitur; harum enim particulae ita compressae, in pluviae guttulas coalescent. Praeterea, clare constat, montes nebulas circa se attractione colligere atque retinere; unde saepe nebulas quasdam in montibus quiescere videmus, dum aliae vento lente provehantur. Hinc etiam regiones, altis montibus vicinae, imbribus frequentibus maxime sunt obnoxiae †.

Si igitur immensae vaporum quantitatis, in atmosphaeram continuo ascendentis, rationem habeamus, non erit, puto, difficile conceptu, quomodo fontes et flumina omnia, in terrae superficie, aqua suppeditentur, absque canalibus

† Hamilton's essay, p. 42. et 43.

nalibus et syphonibus hypotheticis, per quos Derhamius †, Plot ‡, aliique complures philosophi, oceani aquam percolari et dulcem fieri, credebant.

Haec, industria praecipue in sententiis aliorum eruendis, meoque etiam quadam ex parte ingenio fretus, vestro, Professores optimi, judicio submisi. Viribus propriis ingenioque adhuc infirmo diffisus, trepida cum manu ad aliorum theorias evertendas, quamque ipse sum amplexus sententiam confirmandam, accessi.

Quum et nimis festinanter conscriptum sit hoc opusculum, et limitibus angustis inclusum, sententiam ex omni parte stabilire meam haud licuit. Vobis autem, si a vero non omnino alienum, quicquid hic novi sit, videatur, summa pro felicitate, summoque pro honore, semper habebo.

† Physico-theology, p. 51.

‡ Tentamen Phil. de orig. Font. passim.

F I N I S.